



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 195 06 019 A 1**

51 Int. Cl.⁶:
B 62 D 6/00
B 62 D 15/02
G 01 B 11/26
H 03 M 1/22
B 62 D 5/04
// B62D 113:00

21 Aktenzeichen: 195 06 019.9
22 Anmeldetag: 22. 2. 95
43 Offenlegungstag: 5. 9. 98

DE 195 06 019 A 1

71 Anmelder:
TEMIC TELEFUNKEN microelectronic GmbH, 74072
Heilbronn, DE

72 Erfinder:
Adomat, Rolf, Dipl.-Ing., 88045 Friedrichshafen, DE;
Ulke, Walter, Dipl.-Ing., 88048 Friedrichshafen, DE;
Schnell, Josef, Dipl.-Ing., 88142 Wasserburg, DE;
Stecher, Armin, Dipl.-Ing., 88630 Pfullendorf, DE;
Butscher, Karl-Heinz, Dipl.-Ing., 88085 Langenargen,
DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE 43 00 663 C1
DE 40 09 007 C2
DE 39 08 854 C2
DE 28 25 842 B2
DE 44 29 892 A1

DE 44 10 955 A1
DE 42 43 778 A1
DE 41 30 142 A1
DE 40 22 837 A1
DE 40 12 880 A1
DE 39 08 854 A1
US 46 14 869
EP 03 77 097 B1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Verfahren zum Betrieb eines optischen Lenkwinkelsensors

57 Beschrieben wird ein Verfahren zum Betrieb eines optischen Lenkwinkelsensors, bei dem in aufeinanderfolgenden Meßintervallen durch eine stationäre Sensoreinheit mit mehreren optischen Elementen Codeworte als Bitfolgen einer im Lenkrad drehbar angebrachten Codespur erfaßt werden, und durch eine Auswerteeinheit die erfaßten Codeworte zugeordnete Lenkradwinkel mit einer durch die Sensoreinheit festgelegten Winkelschrittweite umgesetzt werden, gekennzeichnet dadurch:

- durch die Sensoreinheit wird im aktuellen Meßintervall das aktuelle Codewort erfaßt und durch die Auswerteeinheit eine Vergleichsroutine durchgeführt, in der das aktuelle Codewort auf Übereinstimmung mit dem im vorherigen Meßintervall erfaßten und dem vorherigen Lenkradwinkel zugeordneten vorherigen Codewort verglichen wird; und bei einer Abweichung von aktuellem Codewort und vorherigem Codewort auf Übereinstimmung mit den beiden Nachbar-Codeworten 1. Ordnung des vorherigen Codeworts verglichen wird, die den eine Winkelschrittweite in beide Drehrichtungen vom vorherigen Lenkradwinkel entfernten Lenkradwinkeln zugeordnet sind,
- bei einer Übereinstimmung von aktuellem Codewort und vorherigem Codewort oder einem der beiden Nachbar-Codeworte 1. Ordnung des vorherigen Codeworts wird der dem aktuellen Codewort zugeordnete aktuelle Lenkradwinkel bestimmt und als Lenkradwinkel ausgegeben,
- bei einer Abweichung von aktuellem Codewort und den beiden Nachbar-Codeworten 1. Ordnung des vorherigen Codeworts wird ...

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 07. 96 602 036/24

7/28

DE 195 06 019 A 1

Bei Kraftfahrzeugen ist für viele Anwendungsfälle der Lenkradwinkel als Maß für die Stellung des Lenkrads von Interesse; beispielsweise ist die Kenntnis des Lenkradwinkels zum Betrieb von verschiedenen Fahrdynamiksystemen (beispielsweise adaptive Dämpfungssysteme, Allradantrieb, Hinterachslenkung), von Fahrerassistenzsystemen (beispielsweise Abstandwarnradarsysteme, Abstandsregelungssysteme) oder von Navigationssystemen hilfreich bzw. unerlässlich. Zur Erfassung des Lenkradwinkels sind neben magnetischen Verfahren (meist inkrementale Zählweise mittels einer Vielzahl von Magneten) heutzutage optische Lenkwinkelsensoren gebräuchlich, die den Lenkradwinkel berührungslos und verschleißfrei messen und sich gegenüber magnetischen Verfahren durch eine hohe Zuverlässigkeit auszeichnen. Im Gegensatz zu den meisten nur relative Positionsangaben liefernden Lenkwinkelsensoren, wird in der EP 0 377 097 B1 ein absolut messen der optischen Lenkwinkelsensor mit einer im Lenkrad angeordneten drehbaren Codespur und einer am Mantelrohr angebrachten stationären Sensoranordnung mit optischen Elementen zur Erfassung der Codespur beschrieben. Innerhalb einer Lenkradumdrehung ist jedem Lenkradwinkel eine bestimmte, als Codewort ausgebildete Bitfolge zugeordnet; durch Auswertung des in einem Meßintervall von der Sensoranordnung erfaßten Codeworts läßt sich der Absolutwert des Lenkradwinkels mit einer von der Sensoranordnung festgelegten Winkelschrittweite (Auflösungsvermögen) bestimmen.

Bei optischen Lenkwinkelsensoren können Fehler in der Bitfolge des Codeworts durch die optischen Elemente der Sensoranordnung hervorgerufen werden (beispielsweise kurzfristige Störungen aufgrund von Verschmutzung oder EMV-Einstrahlung oder permanente Störungen aufgrund von Defekten), die einen Fehler bei der Bestimmung des Lenkradwinkels verursachen. Zur Fehlererkennung wird üblicherweise eine Plausibilitätsbetrachtung durchgeführt: beim Einlesen eines neuen Codeworts wird geprüft, ob die Winkeldifferenz zwischen dem dem neuen Codewort zugeordneten Lenkradwinkel und dem dem vorherigen Codewort zugeordneten Lenkradwinkel einen vorgegebenen Schwellwert überschreitet. Ist dies der Fall, wird die Zuordnung zwischen neuem Codewort und Lenkradwinkel als fehlerhaft bewertet. Nachteilig hierbei ist jedoch, daß vom Zeitpunkt des Auftretens eines Fehlers an für den Betrieb dieser Fahrzeugsysteme keine Lenkradwinkelinformation mehr zur Verfügung steht, was (insbesondere bei sicherheitsrelevanten Anwendungen) große Probleme bereitet.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein einfaches Verfahren zum Betrieb eines optischen Lenkwinkelsensors nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 anzugeben, bei dem die genannten Nachteile vermieden werden, und das demgegenüber einen uneingeschränkten Betrieb gewährleisten kann.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch die Merkmale im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Beim vorgestellten Verfahren wird die Funktionsfähigkeit der Sensoreinheit (optische Elemente und Verbindungsleitungen zur Auswerteeinheit) durch ein Auswerteverfahren fortlaufend überprüft: in einer Vergleichsroutine wird das Codewort auf seine Gültigkeit

hin überprüft und beim Erkennen eines Fehlers (ungültiges Codewort durch vorübergehenden oder permanenten Ausfall einzelner oder mehrerer optischer Elemente der Sensoreinheit oder durch Defekte der Verbindungsleitungen zur Auswerteeinheit) wird eine Fehlerroutine durchgeführt, in der eine Zuordnung des Fehlers und eine Fehlermarkierung erfolgen kann sowie Maßnahmen zur Fehlerkorrektur durchgeführt werden können. Hierzu werden die aus der Codespur bildbaren Codeworte, die den Codeworten zugeordneten Lenkradwinkel und zu jedem Codewort die Nachbar-Codeworte verschiedener Ordnung bestimmt, insbesondere die beiden Nachbar-Codeworte 1. Ordnung, 2. Ordnung und 3. Ordnung (diese sind den beiden um eine, zwei und drei Winkelschrittweiten in beide Drehrichtungen von einem Lenkradwinkel entfernten Lenkradwinkeln zugeordnet); die Codeworte und deren Nachbar-Codeworte verschiedener Ordnung werden vorzugsweise in einer Speichereinheit der Auswerteeinheit abgelegt.

Beim Betrieb des optischen Lenkwinkelsensors wird die Codespur durch die Sensoranordnung in aufeinanderfolgenden Meßintervallen so schnell abgetastet, daß auch bei der maximalen Betätigungsgeschwindigkeit des Lenkrads (beispielsweise $1000^\circ/\text{s}$) jedes Codewort der Codespur erfaßt werden kann. In der Vergleichsroutine wird überprüft, ob das dem aktuellen Lenkradwinkel zugeordnete aktuelle Codewort ein gültiges Codewort ist: bei funktionsfähigem optischen Lenkwinkelsensor muß in einem Meßintervall als aktuelles Codewort entweder das Codewort des vorherigen Meßintervalls (wenn das Lenkrad während des Meßintervalls um weniger als eine Winkelschrittweite bewegt wurde) oder das rechte Nachbar-Codewort 1. Ordnung des vorherigen Meßintervalls (dieses gehört zum Lenkradwinkel, der um eine Winkelschrittweite größer als der vorherige Lenkradwinkel ist) oder das linke Nachbar-Codewort 1. Ordnung des vorherigen Meßintervalls (dieses gehört zum Lenkradwinkel, der um eine Winkelschrittweite kleiner als der vorherige Lenkradwinkel ist) eingelesen werden — das aktuelle Codewort wird in die Speichereinheit übernommen, dessen Nachbar-Codeworte anhand der in der Speichereinheit abgelegten Werte ermittelt und der aktuelle Lenkradwinkel bestimmt und ausgegeben.

Falls das aktuelle Codewort nicht dem vorherigen Codewort oder einem der beiden Nachbar-Codeworte 1. Ordnung des vorherigen Codeworts entspricht, liegt ein Fehler vor: in einer Fehlerroutine wird (werden) mittels einer Fehlererkennung das (die) den Fehler in der Bitfolge des Codeworts verursachende(n) optische(n) Element(e) bestimmt und/oder mittels einer Fehleranzeige das (die) den Fehler in der Bitfolge des Codeworts verursachende(n) optische(n) Element(e) zu Diagnosezwecken gekennzeichnet und/oder mittels einer Fehlerkorrektur das (die) Ausgangssignal(e) des (der) den Fehler in der Bitfolge des Codeworts verursachenden optischen Elements(e) korrigiert. Hierzu werden durch sukzessive Invertierung aller Bits der Bitfolge des aktuellen Codeworts Hilfs-Codeworte gebildet, und die Hilfs-Codeworte analog zur Vergleichsroutine mit dem vorherigen Codewort und dessen Nachbar-Codeworten verschiedener Ordnung auf Übereinstimmung verglichen; aus der Bitfolge desjenigen Hilfs-Codeworts, das mit dem vorherigen Codewort oder eines dessen Nachbar-Codeworte übereinstimmt, kann (können) das (die) den (die) Fehler verursachende(n) optische(n) Element(e) identifiziert und dessen (deren) fehlerhafte(s) Ausgangssignal(e) korrigiert werden. Die

Ordnung der betrachteten Nachbar-Codeworte des vorherigen Codeworts bestimmt die Anzahl der erkennbaren und korrigierbaren Fehler: da durch einen Fehler zufälligerweise als aktuelles Codewort ein gültiges Nachbar-Codewort des vorherigen Codeworts entstehen kann, wird dieser Fehler erst erkannt, wenn infolge der Lenkradbewegung in einem Meßintervall erstmals ein ungültiges Codewort entsteht. Die Abweichung zwischen dem wahren Lenkradwinkel und dem ausgegebenen Winkelwert beträgt bei einem fehlerhaften Sensorelement maximal eine Winkelschrittweite.

Um die Fehleroutine (Fehlererkennung, Fehlerzuordnung, Fehlermarkierung, Fehlerkorrektur) durchführen zu können, müssen Codespur und deren Bitfolgen (die Bereiche mit Bits eines bestimmten Logikpegels) geeignet ausgebildet sein; vorzugsweise wird hierzu eine serielle (einspurige) und einschrittige (die Bitfolgen zweier benachbarter Codeworte unterscheiden sich genau in einem Bit) Codespur verwendet, bei der alle optischen Elemente der Sensoreinheit gleichwertig sind, bei der eine eindeutige Zuordnung zwischen Codewort und Lenkradwinkel möglich ist (bei dem als Codespur ebenfalls einsetzbaren parallelen Gray-Code besitzen die optischen Elemente unterschiedliche Wertigkeit), und bei der sich die den Hilfs-Codeworten zugeordneten Lenkradwinkel signifikant voneinander unterscheiden. Wie oben erwähnt, werden jedoch fehlerhafte optische Elemente der Sensoreinheit dann erst verspätet (in einem späteren Meßintervall) erkannt, wenn trotz oder aufgrund des Fehlers ein gültiges Codewort gebildet wird; dies kann insbesondere dann auftreten, wenn das den Fehler verursachende optische Element eine Bereichsgrenze der Codespur zwischen Bereichen mit Bits eines bestimmten Logikpegels erfaßt — neben der hiermit verbundenen minimalen und vernachlässigbaren Zeitverzögerung bei der Fehlererkennung ist im Falle einer Fehlerkorrektur eine geringfügige, von der Anzahl der defekten optischen Elemente abhängige Reduzierung des Auflösungsvermögens (eine Vergrößerung der Winkelschrittweite) gegeben.

Die zur Erfassung der Codespur eingesetzten optischen Elemente der Sensoreinheit — deren Anzahl bestimmt die minimale Winkelschrittweite und somit das Auflösungsvermögen — werden vorzugsweise äquidistant angeordnet; als optische Elemente können beispielsweise Gabelkoppler oder Reflexkoppler verwendet werden.

Beim vorgestellten Verfahren ist vorteilhafterweise

- eine sofortige, einfache und sichere Fehlererkennung und dessen Anzeige möglich,
- durch die Fehlerkorrektur eine Fehlerredundanz gegeben, d. h. auch beim Ausfall einer bestimmten Anzahl von optischen Elementen der Sensoreinheit ist die Funktionsfähigkeit des optischen Lenkwinkelsensors weiterhin gewährleistet; ein Betrieb des optischen Lenkwinkelsensors ist weiterhin möglich (allerdings in gewissen Bereichen mit geringfügig reduziertem Auflösungsvermögen), so daß auch im Fehlerfall ausreichend gute Meßwerte des Lenkradwinkels zur Weiterverarbeitung verfügbar sind.

Weiterhin soll das Verfahren anhand der Zeichnung mit den Fig. 1 bis 3 näher beschrieben werden; die Fig. 1 zeigt dabei schematisch die Komponenten des in einem Kraftfahrzeug eingesetzten optischen Lenkwinkelsensors, die Fig. 2 eine Codespur mit den möglichen Code-

worten und die Fig. 3 ein Ablaufdiagramm des Auswerteverfahrens zur Fehlererkennung und Fehlerkorrektur.

Gemäß der Fig. 1 besteht der optische Lenkwinkelsensor aus einer Sensoreinheit 10, einer Auswerteeinheit 20, einer Ausgabereinheit 30 und einer Spannungsversorgungseinheit 40.

Die am Mantelrohr stationär angeordnete Sensoreinheit 10 besteht beispielsweise aus neun als Gabelkoppler ausgebildeten optischen Elementen 11, die in einem Winkelabstand von 40° äquidistant verteilt sind. Zwischen den Gabeln der optischen Elemente 11 verläuft die mit der drehbaren Lenkspindel des Lenkrads verbundene serielle, einschrittige Codespur 14, die verschiedene, unterschiedlich breite und durch Bereichsgrenzen 17 voneinander getrennte Bereiche 15, 16 mit Bits der beiden Logikpegel "0" und "1" aufweist. Beim Abtasten der Codespur 14 durch die optischen Elemente 11 ergeben sich je nach Stellung der Bereiche 15, 16 der Codespur 14 relativ zu den optischen Elementen 11 unterschiedliche Codeworte, von denen jedes innerhalb einer Lenkradumdrehung genau einem Lenkradwinkel zugeordnet werden kann.

Die mit der Sensoreinheit 10 über die Verbindungsleitungen 12, 13 verbundene Auswerteeinheit 20 besteht aus einer Ansteuereinheit 21 zur Steuerung der optischen Elemente 11, einer Steuereinheit 24 zur Ablaufsteuerung des Auswerteverfahrens, einer Decodiereinheit 22 zur Zuordnung der Lenkradwinkelwerte (diese enthält auch die Speichereinheit zur Speicherung der Codeworte, der Nachbar-Codeworte und der Lenkradwinkel) und einer Fehlereinheit 23 zur Durchführung der Fehleroutine (Fehlererkennung, Fehleranzeige und Fehlerkorrektur).

Die mit der Auswerteeinheit 20 verbundene Ausgabereinheit 30 ist beispielsweise als serielle Schnittstelle ausgebildet und gibt die Information über den durch die Decodiereinheit 22 ermittelten Absolutwert des Lenkradwinkels LRW an die angeschlossenen Systeme des Kraftfahrzeugs weiter (beispielsweise an ein Abstandregelungssystem).

In der Fig. 2 ist schematisch eine Sensoreinheit 10 mit neun äquidistant im Winkel von 40° angeordneten optischen Elementen 11 dargestellt, die die Codespur 14 erfassen und hieraus Codeworte CW mit einer Bitfolge aus 9 Bits bilden; beispielsweise werden bei einer gleichsinnigen Drehung des Lenkrads im Falle fehlerloser optischer Elemente 11 nacheinander die Codeworte 100 111 100 (CW1), 100 011 100 (CW2), 100 001 100 (CW3), 100 000 100 (CW4) und 110 000 100 (CW5) eingelesen.

Gemäß dem in der Fig. 3 dargestellten Ablaufdiagramm des Auswerteverfahrens wird in jedem von der Steuereinheit 24 generierten Meßintervall MI die Codespur 14 mittels der optischen Elemente 11 gelesen und hieraus ein Codewort CW gebildet; in jedem aktuellen Meßintervall MI_A wird demzufolge ein aktuelles Codewort CW_A generiert — beispielsweise das aktuelle Codewort CW_A = CW₂ mit der in der Fig. 2 dargestellten Bitfolge 100 011 100.

Mittels einer Vergleichsroutine wird ermittelt, ob als aktuelles Codewort CW_A ein gültiges Codewort CW generiert wurde: zunächst wird das im aktuellen Meßintervall MI_A erzeugte aktuelle Codewort CW₂ mit dem im vorherigen Meßintervall MI_V erzeugten Codewort CW_V (beispielsweise CW_V = CW₃) auf Übereinstimmung verglichen und bei deren Übereinstimmung (wenn das Lenkrad um weniger als eine Winkelschrittweite bewegt wurde) als aktueller Lenkradwinkel LRW_A der im vorherigen Meßintervall MI_V ermittelte

Lenkradwinkel LRW_V durch die Ausgabereinheit 30 erneut ausgegeben; andernfalls (das Lenkrad wurde um mehr als eine Winkelschrittweite bewegt) wird ein Vergleich des aktuellen Codeworts $CW_A (= CW_2)$ mit den beiden Nachbar-Codeworten 1. Ordnung $CW_{VR1} (= CW_2)$ (rechtes Nachbar-Codewort 1. Ordnung) und $CW_{VL1} (= CW_4)$ (linkes Nachbar-Codewort 1. Ordnung) des im vorherigen Meßintervall MI_V erzeugten Codeworts $CW_V (= CW_3)$ durchgeführt und bei einer Übereinstimmung des aktuellen Codeworts $CW_A (= CW_2)$ mit einem der beiden Nachbar-Codeworte 1. Ordnung $CW_{VR1} (= CW_2)$ oder $CW_{VL1} (= CW_4)$ des vorherigen Codeworts $CW_V = CW_3$ dem aktuellen Codewort $CW_A (= CW_2)$ durch die Decodiereinheit 22 der zugehörige aktuelle Lenkradwinkel LRW_A zugeordnet und dieser Lenkradwinkel LRW ausgegeben (dieser differiert um eine Winkelschrittweite vom vorherigen Lenkradwinkel LRW_V).

Bei einer Nicht-Übereinstimmung von aktuellem Codewort $CW_A (= CW_2)$ und der Codeworte CW_V , CW_{VR1} , CW_{VL1} liegt ein Fehler vor — entweder infolge eines defekten optischen Elements 11 oder eines Fehlers in den das Ansteuersignal der Ansteuereinheit 21 weiterleitenden Verbindungsleitungen 12 bzw. in den das Ausgangssignal der optischen Elemente 11 weiterleitenden Verbindungsleitungen 13. Beispielsweise wird bei einem Defekt des die 4. Bitstelle in der Bitfolge der Codeworte CW erzeugenden optischen Elements 11 von diesem unabhängig vom momentanen Bereich 15, 16 der Codespur 14 immer eine logische "1" ausgegeben, so daß anstelle des der aktuellen Lenkradstellung entsprechenden aktuellen Codeworts $CW_A (= CW_2) = 100\ 011\ 100$ das Codewort $100\ 111\ 100$ erfaßt wird, das mit keinem Nachbar-Codewort 1. Ordnung des vorherigen Codeworts $CW_V (= CW_3)$ übereinstimmt — weder mit dem Codewort $CW_{VR1} (= CW_2)$ noch mit dem Codewort $CW_{VL1} (= CW_4)$. Durch die Fehlerereinheit 23 wird eine Fehlerroutine durchgeführt, in der dieser Fehlerfall erkannt, der Fehler angezeigt und ggf. der Fehler bestimmt bzw. ermittelt und/oder korrigiert werden kann:

— Fehlererkennung: bei Anwahl der Fehlerroutine wird automatisch ein Fehlerfall angenommen und dies in der Fehlerereinheit 23 registriert.

— Fehleranzeige: das Auftreten eines Fehlers kann dem Fahrer des Kraftfahrzeugs optisch oder/und akustisch durch eine geeignete Anzeigevorrichtung angezeigt werden; ggf. können (falls eine Fehlerbestimmung möglich ist) mittels dieser oder einer zusätzlichen Anzeigevorrichtung auch die Anzahl und die Position(en) des (der) den (die) Fehler verursachenden optischen Elemente(s) dargestellt werden — beispielsweise mittels einer optischen Anzeigevorrichtung am Armaturenbrett des Kraftfahrzeugs.

Fehlerbestimmung: ausgehend vom eingelesenen aktuellen (fehlerhaften) Codewort $CW_A (= 100\ 111\ 100)$ werden durch sukzessive Invertierung jeweils eines Bits in der Bitfolge des Codeworts CW_A Hilfs-Codeworte CW_H gebildet und diese Hilfs-Codeworte CW_H mit dem vorherigen Codewort $CW_V (= CW_3)$ und dessen Nachbar-Codeworten (1. Ordnung $CW_{VR1} (= CW_2)$ und $CW_{VL1} (= CW_4)$, 2. Ordnung $CW_{VR2} (= CW_1)$ und $CW_{VL2} (= CW_5)$ etc.) sukzessive in aufsteigender Reihenfolge der Ordnung auf Übereinstimmung verglichen. Im obigen Beispielsfall ist die erste Übereinstimmung

bei dem durch Invertierung der 4. Bitstelle des aktuellen Codeworts $CW_A = 100\ 111\ 100$ gebildeten Hilfs-Codeworts $CW_H = 100\ 011\ 100$ mit dem Nachbar-Codewort $CW_{VR1} (= CW_2)$ des vorherigen Codeworts $CW_V = CW_3$ gegeben, wodurch das die 4. Bitstelle der Bitfolge des Codeworts CW erfassende optische Element 11 als fehlerhaft erkannt wird.

Fehlerkorrektur: durch Invertierung des logischen Ausgangssignals des den Fehler verursachenden optischen Elements 11 wird aus dem aktuellen Codewort $CW_A (= 100\ 111\ 100)$ ein korrigiertes Codewort $CW_K (= 100\ 011\ 100)$ gebildet, anhand dieses korrigierten Codeworts CW_K der aktuelle Lenkradwinkel LRW_A ermittelt und dieser als Lenkradwinkel LRW von der Ausgabereinheit 30 ausgegeben.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betrieb eines optischen Lenkwinkelsensors, bei dem in aufeinanderfolgenden Meßintervallen (MI) durch eine stationäre Sensoreinheit (10) mit mehreren optischen Elementen (11) Codeworte (CW) als Bitfolgen einer im Lenkrad drehbar angebrachten Codespur (14) erfaßt werden, und durch eine Auswertereinheit (20) die erfaßten Codeworte (CW) zugeordnete Lenkradwinkel (LRW) mit einer durch die Sensoreinheit (10) festgelegten Winkelschrittweite umgesetzt werden, gekennzeichnet dadurch:

— durch die Sensoreinheit (10) wird im aktuellen Meßintervall (MI_A) das aktuelle Codewort (CW_A) erfaßt und durch die Auswertereinheit (20) eine Vergleichsroutine durchgeführt, in der das aktuelle Codewort (CW_A) auf Übereinstimmung mit dem im vorherigen Meßintervall (MI_V) erfaßten und dem vorherigen Lenkradwinkel (LRW_V) zugeordneten vorherigen Codewort (CW_V) verglichen wird, und bei einer Abweichung von aktuellem Codewort (CW_A) und vorherigem Codewort (CW_V) auf Übereinstimmung mit den beiden Nachbar-Codeworten 1. Ordnung (CW_{VR1} , CW_{VL1}) des vorherigen Codeworts (CW_V) verglichen wird, die den eine Winkelschrittweite in beide Drehrichtungen vom vorherigen Lenkradwinkel (LRW_V) entfernten Lenkradwinkeln (LRW) zugeordnet sind,

— bei einer Übereinstimmung von aktuellem Codewort (CW_A) und vorherigem Codewort (CW_V) oder einem der beiden Nachbar-Codeworte 1. Ordnung (CW_{VR1} , CW_{VL1}) des vorherigen Codeworts (CW_V) wird der dem aktuellen Codewort (CW_A) zugeordnete aktuelle Lenkradwinkel (LRW_A) bestimmt und als Lenkradwinkel (LRW) ausgegeben,

— bei einer Abweichung von aktuellem Codewort (CW_A) und den beiden Nachbar-Codeworten 1. Ordnung (CW_{VR1} , CW_{VL1}) des vorherigen Codeworts (CW_V) wird ein Fehlerfall erkannt und eine Fehlerroutine zur Bestimmung des Fehlers und/oder zur Anzeige des Fehlers und/oder zur Korrektur des Fehlers durchgeführt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Fehlerroutine zur Bestimmung des Fehlers

— Nachbar-Codeworte verschiedener Ordnung (CW_{VR1} , CW_{VL1} , CW_{VR2} , CW_{VL2} ,

CW_{VR3}, CW_{VL3}) des vorherigen Codeworts (CW_V) bestimmt werden, die den verschiedene Winkelschrittweiten in beide Drehrichtungen vom vorherigen Lenkradwinkel (LRW_V) entfernten Lenkradwinkeln (LRW) zugeordnet sind,

- Hilfs-Codeworte (CW_H) durch sukzessive Invertierung jeweils eines Bits der Bitfolge des aktuellen Codeworts (CW_A) gebildet werden,
- die Hilfs-Codeworte (CW_H) sukzessive so lange in aufsteigen der Reihenfolge der Ordnung mit den Nachbar-Codeworten verschiedener Ordnung (CW_{VR1}, CW_{VL1}, CW_{VR2}, CW_{VL2}, CW_{VR3}, CW_{VL3}) des vorherigen Codeworts (CW_V) verglichen werden, bis eine Übereinstimmung eines Hilfs-Codeworts (CW_H) mit einem der Nachbar-Codeworte (CW_{VR1}, CW_{VL1}, CW_{VR2}, CW_{VL2}, CW_{VR3}, CW_{VL3}) gegeben ist,
- der (die) Fehler und/oder das (die) den Fehler verursachende(n) optische(n) Element(e) (11) der Sensoreinheit (10) wird (werden) anhand der Abweichung der Bitfolge des aktuellen Codeworts (CW_A) von der Bitfolge dieses Hilfs-Codeworts (CW_H) ermittelt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß in der Fehleroutine zur Bestimmung des Fehlers ein Vergleich der Hilfs-Codeworte (CW_H) auf Übereinstimmung mit den Nachbar-Codeworten des vorherigen Codeworts (CW_V) bis zur 3. Ordnung (CW_{VR3}, CW_{VL3}) durchgeführt wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß in der Fehleroutine zur Anzeige des Fehlers der Fehlerfall und/oder das (die) den Fehler verursachende(n) optische(n) Element(e) (11) mittels einer Anzeigevorrichtung optisch oder akustisch dargestellt werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß in der Fehleroutine zur Korrektur des Fehlers der Logikpegel des fehlerhaften Ausgangssignals des den Fehler verursachenden optischen Elements (11) invertiert und hierdurch ein korrigiertes Codewort (CW_K) gebildet wird, und daß der aktuelle Lenkradwinkel (LRW_A) durch Auswertung des korrigierten Codeworts (CW_K) bestimmt und als Lenkradwinkel (LRW) ausgegeben wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Codeworte (CW), die den Codeworten (CW) zugeordneten Lenkradwinkel (LRW) und die Nachbar-Codeworte verschiedener Ordnung (CW_{R1}, CW_{L1}, CW_{R2}, CW_{L2}, CW_{R3}, CW_{L3}) eines Codeworts (CW) in einer Speichereinheit (22) der Auswerteeinheit (20) abgespeichert werden.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Codespur (14) durch als Gabelkoppler ausgebildete optische Elemente (11, 12, 13) der Sensoreinheit (10) erfaßt wird.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Codespur (14) durch als Reflexkoppler ausgebildete optische Elemente (11, 12, 13) der Sensoreinheit (10) erfaßt wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß als Codespur (14) eine einschrittige, serielle Bitfolge verwendet wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß als Codespur (14) ein

Gray-Code verwendet wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG. 1

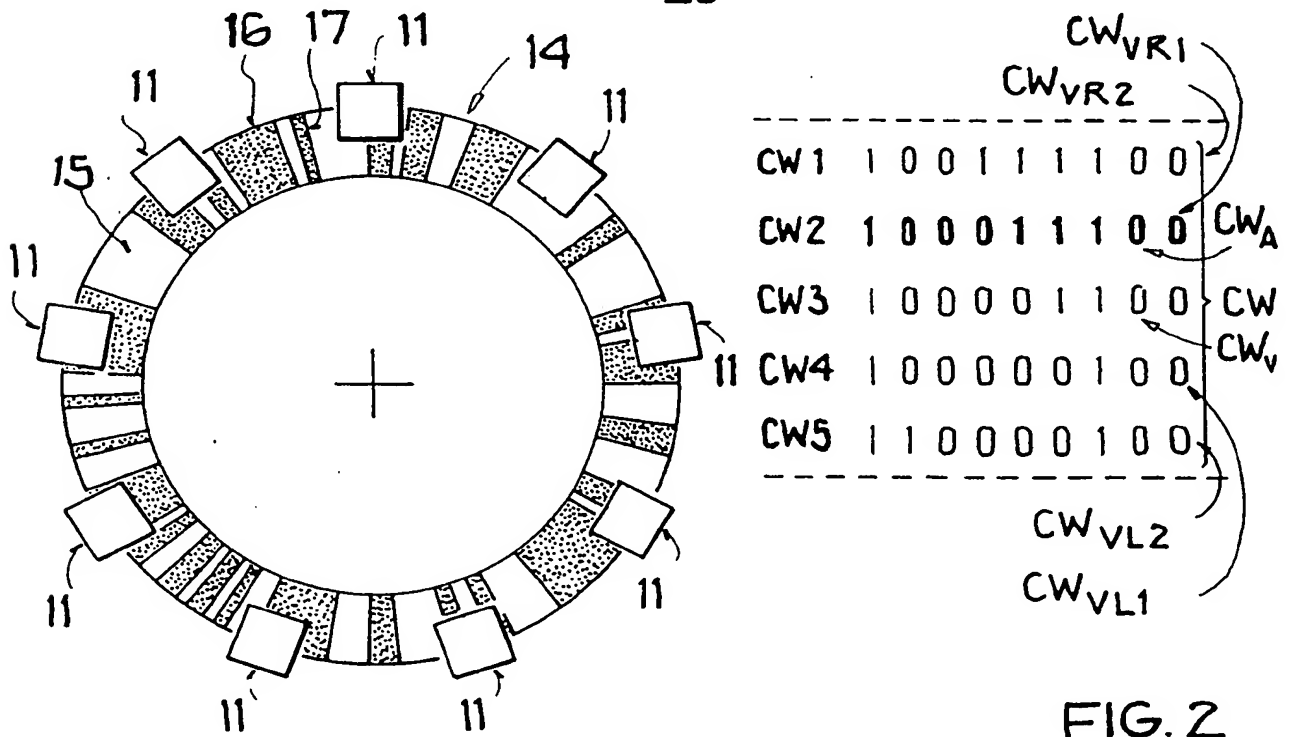
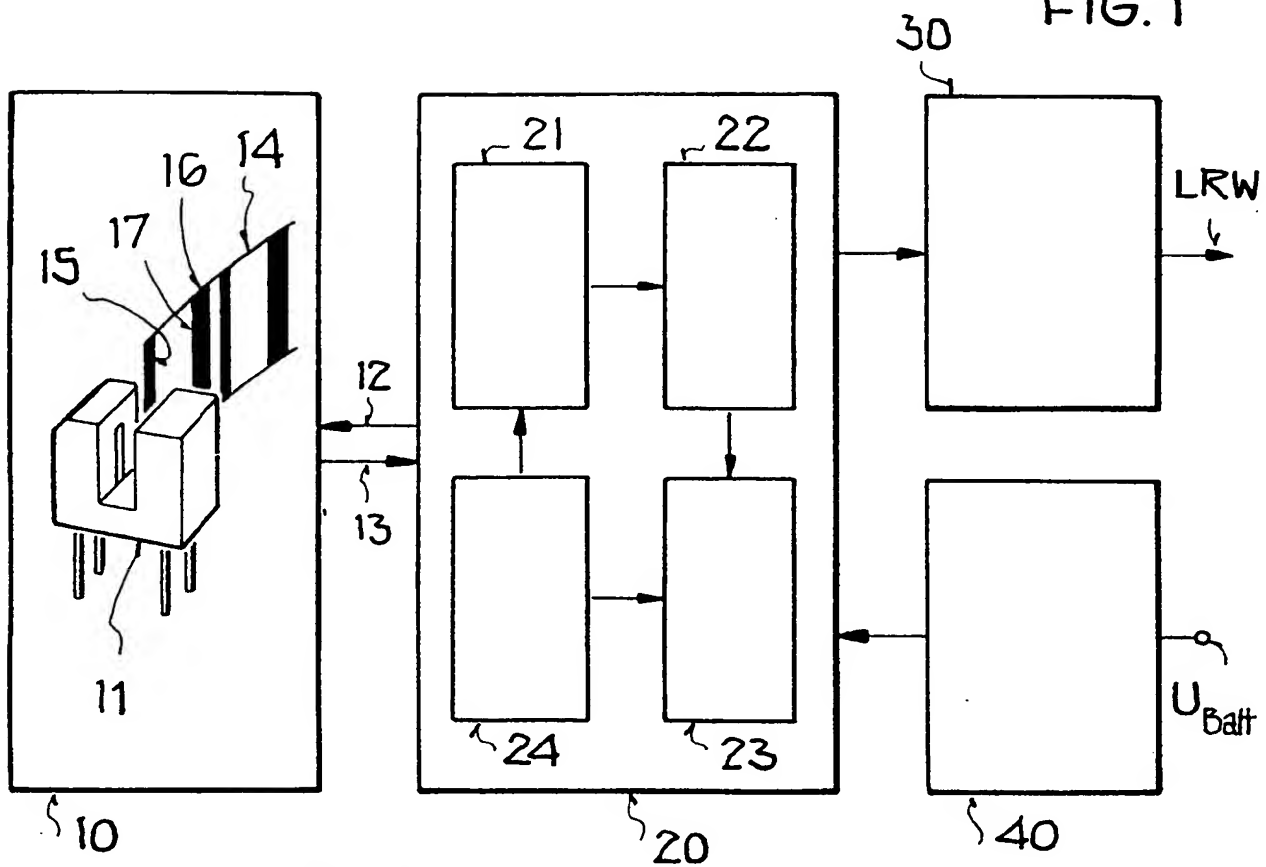


FIG. 2

FIG. 3

